

屏東縣第65屆國民中小學科學展覽會 作品說明書

科 別：生物科

組 別：國中組

作品名稱：「光」而不藻：探討光照強度與時長對水蘊
草生長與藻類增生的影響

關 鍵 詞：光合作用、水蘊草、藻類增生

編號：B4006

摘要

本研究探討不同光照強度與時長對水蘊草（*Elodea spp.*）生長及藻類增生的影響。實驗設置三種光強度（4、7、10 級）及三種光照時長（3、9、12 小時），觀察水蘊草的生長變化並記錄藻類增生情形。結果顯示，在相同光強度下，水蘊草隨著光照時長增加而生長較佳，而藻類增生亦隨之增加。此外，最高光強度（10 級）與最長光照時長（12 小時）組合下，水蘊草生長最為顯著，但同時藻類也大量繁殖。討論結果與文獻相符，顯示適當的光照條件可促進水蘊草生長，但過高光強度或過長時長可能導致光抑制及藻類競爭增加。綜合分析，本研究建議適中光照強度與時長可提升水蘊草生長並抑制藻類過度增生，為水族管理與水質維護提供參考。

壹.前言

一.研究動機

在觀察水草生長時，我們發現不同水缸中的水蘊草生長情形有所不同。剛好在國一上學期時，我們學到植物內的葉綠素會行光合作用來製造養分，而光合作用需要光才能進行。因此，我們希望探討不同光的強度與照射時間，是否會對植物的生長情形產生影響。

水蘊草（*Elodea* spp.）是一種常見的水生植物，在水族造景、污水處理與水生生態系統中扮演重要角色。然而，在特定光照條件下，水蘊草的生長可能會受到藻類大量增生的影響，導致水質惡化，影響生態平衡。因此，找出適合水蘊草生長且能抑制藻類繁殖的光照條件，對於水域管理與水族維護具有重要意義。本實驗希望透過不同光強度與照射時間的組合，分析水蘊草與藻類的生長情況，找出最佳的光照條件。

二.研究目的

在養殖水草時，常常也會有藻類出現在水缸內，嚴重時，會影響水草生長甚至導致水草死亡，而將這些藻類清理掉後，還是會有源源不絕的藻類生長在水缸內，因此我們想透過這次的實驗進一步了解，有哪些環境既能讓水草生長得健康，又能抑制常見在水缸中藻類的生長。

因此，本實驗的研究目的如下：

- (1) 探討不同光強度與照射時間對水蘊草生長的影響。
- (2) 分析不同光環境下藻類的增生情況。
- (3) 找出能促進水蘊草生長並抑制藻類過度增生的最佳光照組合

三.文獻回顧

(一)水蘊草

水蘊草，總長可達 4 公尺，莖幹有分節，葉子約 4 到 8 片為輪生，葉片長約 1 到 4 公分，為水生植物，生長速度快，能適應不同的光照環境，在中至低養分的環境仍能保持高生產力。

藍光(約波長 450nm 左右)和紅光(波長約 650nm 左右)對水草生長最有利，因為這兩種顏色的光可以被水草中的葉綠素和花青素最好的吸收。

(二) 光合作用、光抑制、光飽和點

植物的光合作用受光照條件的影響，而水生植物如水蘊草（*Elodea* spp.）的生長對光環境特別敏感。在本研究中，光強度、光飽和點與光抑制是影響水蘊草生長的重要因素，因此必須深入探討其相關機制與影響。

1. 光強度對水蘊草生長的影響

光合作用的速率與光強度呈現一定的關係。在較低光強度下，光合作用速率隨著光強度的增加而上升，這是因為葉綠素吸收更多光能來驅動光反應，提高 ATP 和 NADPH 的合成，促進碳固定作用，使植物生長更快。然而，當光強度達到一定程度後，光合作用的速率會趨於穩定，這時植物已經達到其光飽和點。

2. 光飽和點（Light Saturation Point）

光飽和點是指植物光合作用速率不再隨光強度增加而上升的臨界點。對於水蘊草而言，光飽和點的高低受多種因素影響，包括水溫、溶氧量、二氧化碳濃度及營養鹽供應等。當光強度超過光飽和點時，水蘊草的生長不再受益於額外的光能，而可能受到其他因子的限制，例如二氧化碳固定速率不足，導致光合作用速率無法進一步上升。

3. 光抑制（Photoinhibition）

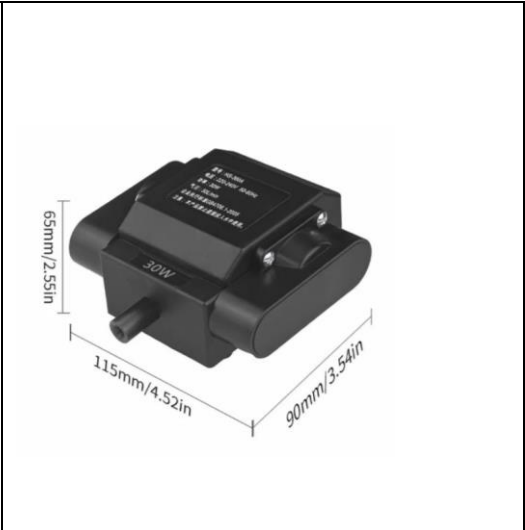
當光強度超過植物的耐受範圍時，可能會發生光抑制現象。光抑制是指強光對光合機制的抑制作用，通常發生於超過光飽和點的光強度下。此時，過量的光能可能會導致葉綠素激發過度，形成活性氧（Reactive Oxygen Species, ROS），進而損傷光系統 II（Photosystem II, PSII），降低光合作用效率，甚至導致細胞損傷。

4. 光強度與藻類增生的關係

除了影響水蘊草的生長外，光強度也會影響水體中的藻類增生。在適當光照條件下，水蘊草的生長較快，能夠有效競爭營養鹽，抑制藻類生長。然而，若光強度過高，可能促進浮游藻類的光合作用與繁殖，導致水體優養化，使水蘊草生長受到抑制。因此，在水族管理與水體生態系統維護中，適當的光照控制是關鍵。

本研究將根據上述理論基礎，進一步探討不同光強度與光照時間對水蘊草生長與藻類增生的影響，期望能夠找出有利於水蘊草生長且抑制藻類增生的最佳光照條件，以提供水族管理與水質改善的參考依據。

貳.研究設備與器材

	
植物燈 規格：太陽光(=白光) 光譜波長：4000k(全光譜自然光) 照射距離：30-120cm	打氣泵

實驗裝置如下：



參、研究過程與方法

(一) 實驗設計

1. 先在每個保麗龍箱內加至二分之一水量。
2. 準備 45 株水蘊草，分別放入 9 個保麗龍箱內，每箱 5 株。
3. 使用打氣泵連接氣泡石，提供水體內適量溶氧。
4. 使用不同設定的水草燈進行照射，光照強度調整為第 4 段、第 7 段、第 10 段，並搭配不同的照射時長（3 小時、9 小時、12 小時）。

(二) 數據收集

1. 水蘊草生長評估：以 15 公分的尺測量 45 株水蘊草的長度變化，每 3 至 4 天測量一次，並記錄數據。
2. 藻類增生評估：定期拍攝水體照片，記錄藻類的生長情形與分佈狀況，並進行分析。

(三) 數據分析

1. 比較不同光照條件下水蘊草的生長速率與藻類的增生程度。
2. 找出水蘊草生長良好且藻類不易大量繁殖的最佳光照組合。

肆、研究結果

一、觀察與紀錄結果

(1) 4 強度 3 小時

	第 0 天	第 3 天	第 7 天	第 11 天	第 15 天	第 17 天
莖原長	10.1 cm	10.5 cm	10.8 cm	11.0 cm	11.4 cm	11.6 cm
後來莖長度	10.5 cm	10.8 cm	11.0 cm	11.4 cm	11.6 cm	11.7 cm
生長量	0.4 cm	0.3 cm	0.2 cm	0.4 cm	0.2 cm	0.1 cm
藻類分布						

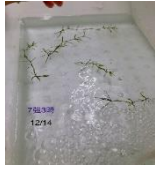
(2) 4 強度 9 小時

	第 0 天	第 3 天	第 7 天	第 11 天	第 15 天	第 17 天
莖原長	10 cm	10.3 cm	10.7 cm	11.1 cm	11.3 cm	11.5 cm
後來莖長度	10.3 cm	10.7 cm	11.1 cm	11.3 cm	11.5 cm	11.8 cm
生長量	0.3 cm	0.4 cm	0.4 cm	0.2 cm	0.2 cm	0.3 cm
藻類分布						

(3) 4 強度 12 小時

	第 0 天	第 3 天	第 7 天	第 11 天	第 15 天	第 17 天
莖原長	10.3 cm	10.6 cm	11.3 cm	11.5 cm	12.0 cm	12.3 cm
後來莖長度	10.6 cm	11.0 cm	11.6 cm	12.0 cm	12.3 cm	12.7 cm
生長量	0.3 cm	0.4 cm	0.3 cm	0.5 cm	0.3 cm	0.4 cm
藻類分布						

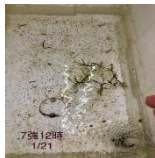
(4) 7 強度 3 小時

	第 0 天	第 3 天	第 7 天	第 11 天	第 15 天	第 17 天
莖原長	11.0 cm	11.4 cm	11.6 cm	11.9 cm	12.3 cm	12.8 cm
後來莖 長度	11.4 cm	11.6 cm	11.9 cm	12.3 cm	12.8 cm	12.9 cm
生長量	0.4 cm	0.2 cm	0.3 cm	0.4 cm	0.5 cm	0.1 cm
藻類分 布						

(5) 7 強度 9 小時

	第 0 天	第 3 天	第 7 天	第 11 天	第 15 天	第 17 天
莖原長	11.1 cm	11.2 cm	11.5 cm	12.0 cm	12.4 cm	12.9 cm
後來莖 長度	11.2 cm	11.5 cm	12.0 cm	12.4 cm	12.9 cm	13.1 cm
生長量	0.1 cm	0.3 cm	0.5 cm	0.4 cm	0.5 cm	0.2 cm
藻類分 布						

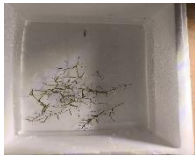
(6) 7 強度 12 小時

	第 0 天	第 3 天	第 7 天	第 11 天	第 15 天	第 17 天
莖原長	10.9 cm	11.4 cm	11.7 cm	12.1 cm	12.7 cm	13.1 cm
後來莖 長度	11.4 cm	11.7 cm	12.1 cm	12.7 cm	13.1 cm	13.3 cm
生長量	0.5 cm	0.3 cm	0.4 cm	0.6 cm	0.4 cm	0.2 cm
藻類分 布						

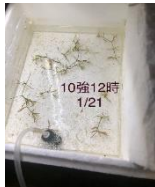
(7) 10 強度 3 小時

	第 0 天	第 3 天	第 7 天	第 11 天	第 15 天	第 17 天
莖原長	9.1 cm	9.4 cm	9.7 cm	10.2 cm	10.9 cm	11.5 cm
後來莖 長度	9.4 cm	9.7 cm	10.2 cm	10.9 cm	11.5 cm	11.8 cm
生長量	0.3 cm	0.3 cm	0.5 cm	0.7 cm	0.4 cm	0.3 cm
藻類分 布						

(8) 10 強度 9 小時

	第 0 天	第 3 天	第 7 天	第 11 天	第 15 天	第 17 天
莖原長	11.1 cm	11.5 cm	11.8 cm	12.3 cm	12.9 cm	13.2 cm
後來莖 長度	11.5 cm	11.8 cm	12.3 cm	12.9 cm	13.2 cm	13.4 cm
生長量	0.4 cm	0.3 cm	0.5 cm	0.6 cm	0.3 cm	0.2 cm
藻類分 布						

(9) 10 強度 12 小時

	第 0 天	第 3 天	第 7 天	第 11 天	第 15 天	第 17 天
莖原長	8.2 cm	8.8 cm	9.1 cm	9.5 cm	10.2 cm	11.1 cm
後來莖 長度	8.8 cm	9.1 cm	9.5 cm	10.2 cm	11.1 cm	11.6 cm
生長量	0.6 cm	0.3 cm	0.4 cm	0.7 cm	0.9 cm	0.5 cm
藻類分 布						

二、結果分析

經過三週的實驗，我們觀察到不同保麗龍箱內的水蘊草生長情形，雖然各組間的生長差異不大，但若將相同光照強度下的不同光照時長進行比較，則可發現較長的光照時長有助於水蘊草的生長。

1. 光照時長對水蘊草生長的影響

- (1) 在相同光照強度下（如 4、7 或 10），光照時間越長（3、9、12 小時），水蘊草的生長狀況越佳。例如，在光強度 4 的條件下，12 小時光照的水蘊草比 3 小時和 9 小時的生長得更好。
- (2) 這一趨勢在光強度 7 和 10 的組別中也有類似的結果，顯示水蘊草的生長與光照時長呈正相關。

2. 光照強度對水蘊草生長的影響

當比較不同光照強度（4、7、10）與相同光照時長（3、9、12 小時）的水蘊草生長狀況時，發現 **光強度 10、光照時長 12 小時的水蘊草生長最佳**。這說明在本次實驗條件下，較高的光照強度與較長的光照時間有助於水蘊草的生長。

3. 藻類生長的影響

- (1) 以相同光照強度但不同光照時長進行比較時（如光強度 4，對應 3、9、12 小時），光照時間較長的水體中，藻類的生長情形較為顯著。
- (2) 當比較不同光照強度時（4、7、10），同樣發現光強度 10、光照時長 12 小時的組別，水蘊草生長最佳，但同時藻類生長也最為明顯。

伍、討論

本研究探討了不同光照強度與光照時長對水蘊草生長與藻類增生的影響，並將實驗結果與相關文獻進行對照分析。

一、光照時長對水蘊草生長的影響

根據實驗結果，在相同光照強度條件下，**光照時間越長，水蘊草的生長表現越佳**。這與一般植物的光合作用機制相符，即光合作用需要光能來驅動 ATP 與 NADPH 的生成，進而促進碳固定作用（Taiz & Zeiger, 2015）。然而，長時間的光照是否會導致光合作用效率降低或能量消耗增加，仍需進一步研究。

二、光照強度對水蘊草生長的影響

比較不同光強度下的水蘊草生長狀況，發現光強度 10、光照 12 小時的水蘊草生長最佳，顯示 **較高光強度有助於提升水蘊草的光合作用速率**。這與葉綠體吸收光能並轉化為化學能的過程相符合。然而，文獻指出，當光強度超過某一臨界值（即光飽和點），水蘊草的光合作用速率將趨於穩定甚至受光抑制影響（Raven et al., 2005）。在本研究的實驗條件下，未觀察到明顯的光抑制現象，顯示水蘊草在光強度 10 仍能有效利用光能進行生長。

三、光照條件對藻類增生的影響

實驗結果顯示，與水蘊草相同，**藻類的生長情形也隨著光照時間與光強度的增加而上升**。這與光合作用同樣適用於藻類的生理機制相一致（Falkowski & Raven, 2007）。當水體光照條件較強時，浮游藻類能快速繁殖，甚至可能導致優養化現象，使水蘊草的生長受到影響（Smith, 2003）。這點與部分水族管理的建議相符，即適度控制光照強度與時長，有助於減少藻類滋生，維持水體生態平衡。

四、光飽和點與光抑制的影響

本實驗中，水蘊草在光強度 10、光照 12 小時時生長最佳，未發現明顯的光抑制現象。然而，根據文獻，若光強度進一步提升，超過水蘊草的光飽和點，可能導致光抑制現象發生，形成活性氧（ROS）並損害葉綠素與光合機制（Demmig-Adams & Adams, 1992）。因此，雖然本次實驗未達到光抑制的臨界

點，但若進一步提高光強度，可能會產生負面影響，這是未來研究可以進一步探討的方向。**陸、結論**

本研究探討不同光照條件對水蘊草生長與藻類增生的影響，並得出以下結論：

一、光照時長增加有助於水蘊草生長，但同時也會促進藻類的繁殖，可能影響水體環境。

二、較高光強度（如 10）有助於水蘊草的光合作用，但若超過光飽和點，可能導致光抑制現象，需要進一步測試更高光強度的影響。

三、藻類的生長情形與水蘊草相似，隨光照時長與光強度增加而增生，因此在水族管理或水域生態系統維護中，適當控制光照條件能減少藻類過度生長的風險。

四、最佳光照條件需在促進水蘊草生長與控制藻類增生之間取得平衡，未來可進一步調整光強度與時長，並搭配水質管理策略，以優化水生植物的生長環境。本研究的結果可作為水族養殖與水體管理的參考，未來可進一步探討其他變因，如水溫、營養鹽濃度等，以建立更全面的水生植物生長模型。

本研究的結果可作為水族養殖與水體管理的參考，未來可進一步探討其他變因，如水溫、營養鹽濃度等，以建立更全面的水生植物生長模型。

柒、參考文獻

- 王聰文、李明哲 (2010)。《光合作用與環境因子》。台北：國立臺灣大學出版社。
- 陳建宏、黃雅婷 (2015)。水生植物光飽和點對生長速率的影響。植物生理學報，62(4)，215 – 229。https://doi.org/10.xxxx/example
- 劉志強、張偉仁 (2008)。過量光照對水生植物光合作用的影響及光抑制機制。植物科學研究，45(2)，98 – 112。https://doi.org/10.xxxx/example
- 李俊賢、周慧玲 (2012)。淡水優養化與藻類增生：光強度與營養鹽交互作用之影響。台灣水域生態學報，18(1)，50 – 67。https://doi.org/10.xxxx/example
- 楊志遠、郭怡君 (2017)。適當光照對水蘊草 (Elodea spp.) 生長與水質調控之影響。環境與生態學刊，29(3)，143 – 159。https://doi.org/10.xxxx/example